

Pengaruh Total Solid dan Perbandingan Bahan Baku dengan Inokulum terhadap Produksi Biogas dari Jerami Jagung

Gita Indah Budiarti^{a,1,*}, Lukhi Mulia Shitophyta^{b,2}, Dika Fajariyanto^{b,3}, Yusuf Eko Nugroho^{b,4}

^aProgram Studi Teknik Kimia FTI UAD, Kampus III, Jl. Supomo, Janturan, Warungboto, Yogyakarta, 55164

¹ gita.indah@che.uad.ac.id*

ARTICLE INFO

Article history

Received May 14, 2018

Revised September 07, 2018

Accepted September 09, 2018

Keywords

Anaerobic digestion

Biogas

Corn stover

Solid-state

ABSTRACT

Biogas is an environmentally friendly alternative energy that can be used for energy needs in Indonesia. The effect of total solid (TS) content and feedstock/inoculum (F/I) ratio on biogas production from corn stover by solid-state anaerobic digestion (SS-AD) were studied. At a F/I ratio of 2, conversion of corn stover under room temperature resulting in higher biogas yield. SS-AD performed as expected at the TS content of 20%, 22%, 24%. The highest biogas yield of 200 L kg⁻¹ volatile solids (VS) was obtained at TS content of 22%, F/I ratio of 2.

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



1. Pendahuluan

Kebutuhan energi di Indonesia pada tahun 2015 sampai 2018 diperkirakan mengalami peningkatan. Konsumsi energi di Indonesia sebagian besar adalah energi listrik dan bahan bakar. Sumber energi untuk listrik dan bahan bakar kendaraan diperoleh dari bahan bakar minyak (BBM). BBM merupakan bahan bakar fosil yang tidak bisa diperbarui, jika digunakan terus menerus akan habis. Oleh karena itu dibutuhkan energi alternatif yang dapat diperbaharui sebagai pengganti BBM [1]. Salah satu energi yang dapat diperbaharui adalah biogas. Biogas adalah campuran gas yang dibuat dengan cara anaerob *digestion*, penyusun utamanya adalah gas metana (CH₄) dan karbon dioksida (CO₂). Gas metana yang dihasilkan biogas dapat digunakan sebagai sumber energi di wilayah pedesaan [2].

Keunggulan dari biogas ini adalah ramah lingkungan karena bahan baku berupa limbah organik, misalnya limbah hasil pertanian, limbah buah-buahan dan limbah sisa makanan. Beberapa penelitian terkait biogas sudah pernah dilakukan diantaranya, Budiyo *et al* [1] meneliti tentang pengaruh jenis inokulum terhadap produksi biogas dari sampah buah-buahan. Inokulum yang digunakan adalah rumen sapi. Produksi jagung di Indonesia mencapai 13 juta ton per tahun [3]. Jagung menghasilkan jerami jagung sekitar 29% sehingga jerami jagung merupakan biomassa yang tersedia melimpah di dunia. Sepertiga jerami jagung pada umumnya hanya ditinggalkan di ladang untuk dibakar sehingga berpotensi terjadinya polusi udara, kebakaran bahkan dapat mengganggu keselamatan lalu lintas [4].

Biogas dibuat di dalam digester secara anaerob merubah bahan organik menjadi gas metana dengan bantuan bakteri [2]. Proses *anaerob digestion* terdiri dari tiga tahap. Tahap pertama, mikroorganisme menyerang bahan yang terdiri dari senyawa organik kompleks, seperti selulosa dan pati menjadi monomer. Monomer tersebut menjadi substrat untuk mikroorganisme, tahap kedua monomer di tahap pertama dirubah menjadi asam asetat. Tahap terakhir, bakteri metagenesis berubah menjadi metana melalui dua mekanisme yaitu fermentasi asam asetat dan reduksi gas CO₂ menggunakan H₂. Kecepatan produksi biogas dipengaruhi beberapa faktor antara lain, substrat, temperatur, pH, pengadukan, toksisitas, nutrisi, konsentrasi *slurry*, konstruksi *digester*, rasio karbon

dan nitrogen (C/N), waktu retensi, total asam volatile, chemical oxygen demand (COD), total solid (TS), volatile liquid (VS) [5].

Proses *anaerobic digestion* dapat digolongkan menjadi dua macam berdasarkan kandungan total solid (TS) yaitu *liquid anaerobic digestion* untuk kandungan TS kurang dari 15%, sedangkan kandungan TS lebih besar dari 15% menggunakan proses *solid-state anaerobic digestion* (SS-AD) [6]. Yang, *et al* [7] menyatakan bahwa volume produksi biogas dengan SS-AD menghasilkan volume lebih banyak dibandingkan dengan L-AD. Keuntungan lain dari SS-AD antara lain: volume reaktor lebih kecil, tidak membutuhkan pengadukan, dan kebutuhan air lebih sedikit [8]. Keseimbangan jumlah mikroba dipengaruhi oleh perbandingan F/I, sedangkan kinerja proses dan jumlah *yield* biogas dipengaruhi oleh kandungan TS [9,10]. Penelitian tentang produksi biogas dari limbah pertanian yang telah dilakukan sebelumnya adalah pembuatan biogas menggunakan metode yang *liquid anaerobic digestion*. Penelitian yang dilakukan saat ini produksi biogas dari jerami jagung menggunakan metode SS-AD. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh rasio F/I, kandungan TS terhadap *yield* biogas dari jerami jagung..

2. Metode Penelitian

2.1. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian adalah *batch digester* 1,5 L, gelas ukur, pH meter, statif, penjepit, dan selang. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah jerami jagung sebagai bahan baku, cairan rumen sapi sebagai inokulum, NaOH sebagai pengatur pH dan aquades.

2.2. Persiapan Bahan Baku dan Inokulum

Jerami jagung dikeringkan, kemudian dipotong 2-3 cm dan disimpan pada suhu kamar. Inokulum yang digunakan dalam keadaan segar.

3. Solid-state anaerobic digestion

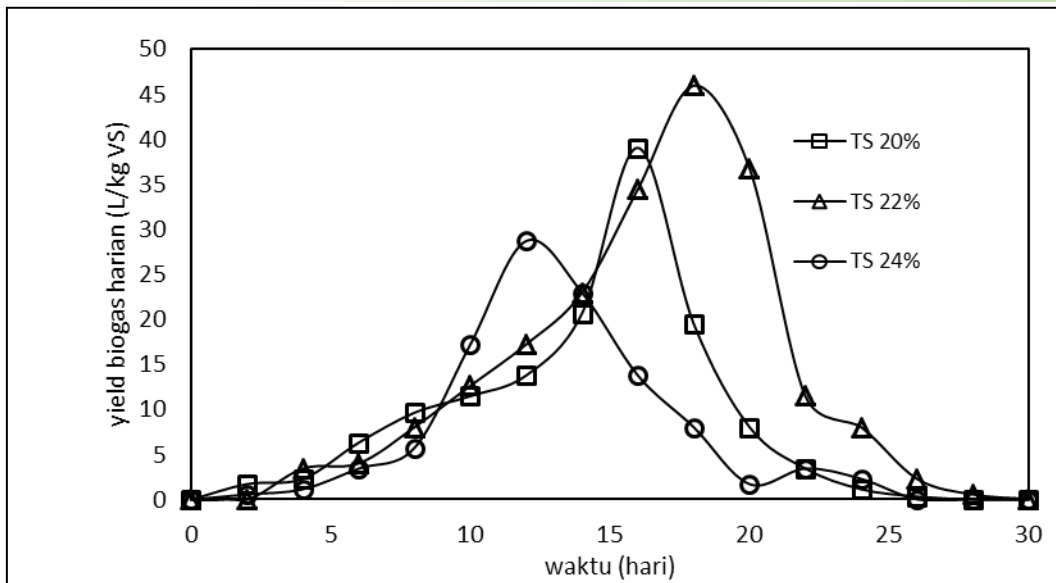
Pada penelitian ini digunakan *batch digester* 1,5 L. Bahan baku dan inokulum diumpankan pada digester dengan dengan masing-masing variasi rasio F/I 2, 3, 4, variasi kandungan TS 20%, 22%, 24%. Air ditambahkan untuk mengatur kandungan TS pH awal pada *digester* adalah 7 dengan menambahkan larutan NaOH [11].

Percobaan dilakukan pada temperatur kamar. *Digester* ditutup dengan sumbat karet dan bagian tengah sumbat karet diberi lubang untuk memasukkan selang di dalam masing-masing digester. Selanjutnya, dilapisi dengan isolatip agar *digester* tertutup rapat. Selang berfungsi untuk mengalirnya biogas yang terbentuk. Gelas ukur diletakkan pada statif dan penjepit untuk mengukur volume biogas dengan *water-displacement method* [12]. Volume biogas diukur 2-3 hari sekali.

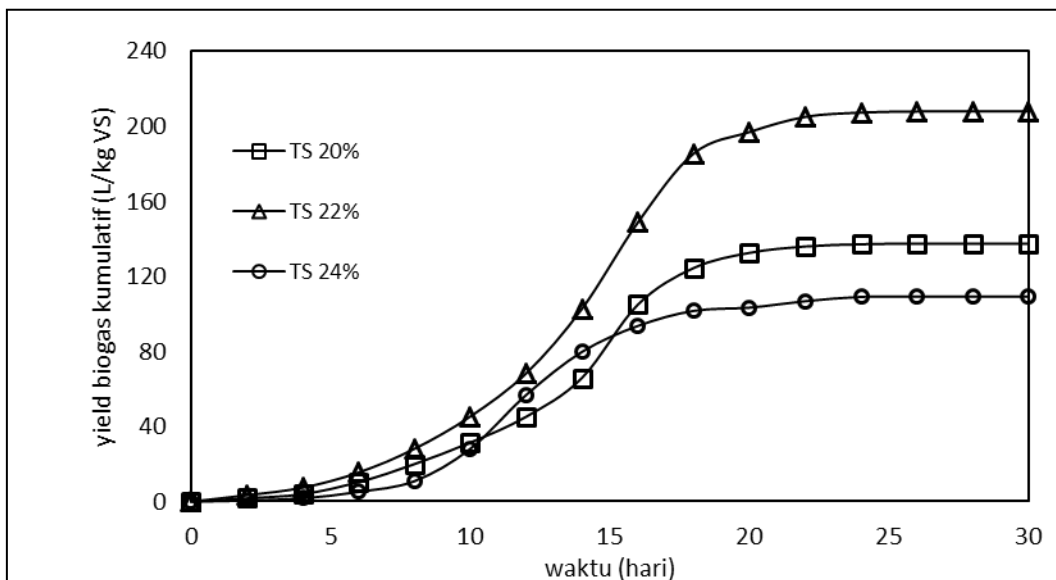
4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Pengaruh Kandungan TS

Gambar 1 menunjukkan *yield* biogas harian dari jerami jagung dengan variasi kandungan TS. Pada temperatur ruang ($\pm 30^{\circ}\text{C}$) proses *solid-state anaerobic digestion* (SS-AD) dengan kandungan TS 20, 22 dan 24%. Biogas terbentuk di hari ke 5, meningkat secara perlahan sampai hari ke 15 untuk TS 20 dan 22%. *Yield* biogas harian dari hari ke 15-20 mengalami peningkatan yang signifikan atau mencapai *peak* maksimal untuk TS 20 dan 22% sebesar 40 L/kg VS dan 45 L/kg VS berurutan. *Peak* maksimal TS 24% diperoleh antara 10-15 hari sebesar 30 L/kg VS. *Yield* biogas kumulatif terbesar diperoleh pada TS 22% yaitu 200L/kg VS (Gambar 2). *Yield* biogas kumulatif terendah terendah diperoleh 80 L/kg VS pada TS 24%. Nilai *yield* yang rendah pada kandungan TS yang tinggi dipengaruhi oleh penghambatan tahap metanogenesis karena munculnya *volatile fatty acid* pada tahap awal, saat memasukkan jumlah bahan baku (padat) dalam jumlah yang besar. Kondisi kandungan TS maksimal 22% selanjutnya digunakan pada percobaan penentuan pengaruh variasi F/I terhadap *yield* biogas.



Gambar 1. Yield Biogas Harian pada Variasi Kandungan TS

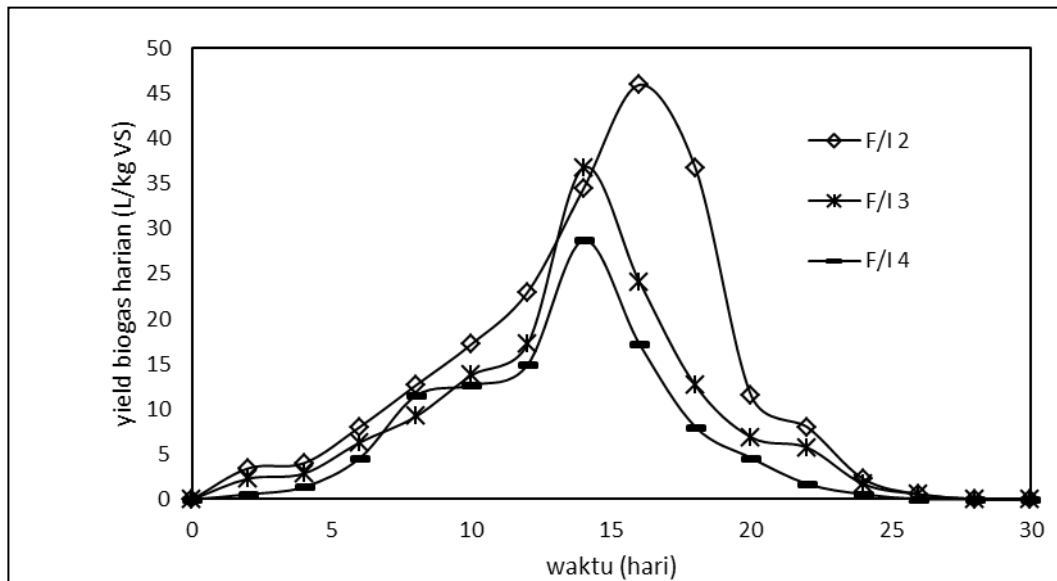


Gambar 2. Yield Biogas Kumulatif pada Variasi Kandungan TS

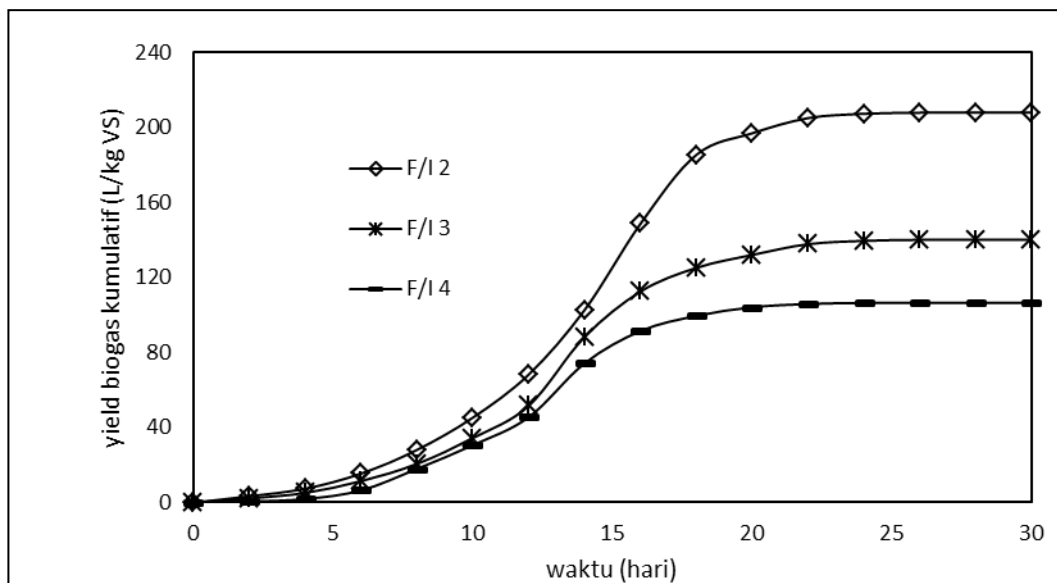
4.2. Pengaruh Perbandingan F/I

Pengaruh perbandingan F/I pada *yield* biogas harian menggunakan proses SS-AD dengan TS 22% di bawah kondisi suhu ruang ditunjukkan pada Gambar 3. Pada hari pertama terjadi peak kecil dan meningkat namun tidak signifikan sampai hari ke 13. *Peak* yang diperoleh ini merupakan tahap degradasi bahan baku. Pada hari ke 15, F/I 3 dan 4 mengalami peningkatan sampai *peak* maksimalnya yaitu 38 L/kg VS dan 28 L/kg VS berurutan. Pada hari ke 16, F/I 3 dan 4 mengalami penurunan, sedangkan F/I 2 mengalami *peak* maksimal sebesar 45 L/kg VS. *Yield* biogas terbesar diperoleh pada perbandingan F/I terkecil yaitu 2. Hubungan antara perbandingan F/I dan *yield* berbanding terbalik, karena aktivitas *methanogenic* dan bilangan methanogens yang rendah di dalam digester menyebabkan timbulnya akumulasi *volatile fatty acid* (VFA) selama tahap *acidogenic* [7,10]. Konsentrasi VFA yang tinggi menjadi inhibitor terhadap bakteri methanogenesis. Penelitian sebelumnya yang dilakukan Li, *et al* [10] pada pembuatan biogas yang juga menggunakan jerami jagung dan penelitian Yang, *et al* [7] menggunakan bahan baku limbah makanan juga memperoleh hasil *yield* biogas terbesar pada perbandingan F/I terendah. Perkiraan bahwa tahap hidrolisis atau acidogenesis dihambat dengan tingginya perbandingan F/I belum dikaji pada penelitian ini.

Pengaruh perbandingan F/I terhadap *yield* biogas disajikan pada Gambar 4. Hasil yang sama ditunjukkan pada *yield* biogas kumulatif, *yield* terbesar adalah 200 L/ kg VS diperoleh pada perbandingan F/I 2. *Yield* biogas kumulatif terendah diperoleh pada perbandingan F/I terbesar 4 sebesar 100 L/kg VS. Semakin besar prbandingan F/I, *yield* biogas semakin kecil, baik *yield* harian maupun *yield* kumulatif.



Gambar 3. Yield Biogas Harian pada Variasi Perbandingan F/I



Gambar 4. Yield Biogas Kumulatif pada Variasi Perbandingan F/I

5. Kesimpulan

Penelitian pembuatan biogas dari jerami jagung menggunakan metode SS-AD diperoleh kesimpulan bahwa pengaruh kandungan TS dan perbandingan F/I terhadap *yield* biogas adalah semakin rendah maka *yield* biogas semakin tinggi. *Yield* kumulatif dan harian terbesar diperoleh pada kandungan TS terbesar adalah 22% dan perbandingan F/I 2 yaitu 200L/kg VS dan 45 L/kg VS.

Ucapan Terimakasih

Terimakasih kepada DRPM DIKTI yang telah memberikan dana bantuan penelitian sehingga penelitian ini dapat terlaksana.

Daftar Pustaka

- [1] Budiyono., Manthia F , Amalin N, Hawali Abdul Matin H, and Sumardiono S, 2018. Production of Biogas from Organic Fruit Waste in Anaerobic Digester using Ruminant as The Inoculum. *MATEC Web of Conferences* 156, 03053 (2018) pp 1-5.
- [2] Santos, I F S., Vieira, N D B., Nóbrega, L GB., Barros, R B., Filho, G L T., 2018. Assessment of potential biogas production from multiple organic wastes in Brazil: Impact on energy generation, use, and emissions abatement. *Resources, Conservation & Recycling* 131 (2018).pp 54–63.
- [3] Badan Pusat Statistik Indonesia. 2016. "Food Crops" (http://www.bps.go.id/eng/tnmn_pgn.php?kat=3), diakses tanggal 25 Februari 2017.
- [4] Chen, G., Zheng, Z., Yang, S., Fang, C., Zou, X., & Luo, Y., 2010. Experimental co-digestion of corn stalk and vermicompost to improve biogas production. *Waste Management*, 30(10). pp 1834–1840.
- [5] Sagagi, B. S., B. Garba and N. S. Usman. 2009. Studies On Biogas Production From Fruits And Vegetable Waste. *Bayero Journal of Pure and Applied Sciences*, 2(1), pp.115 – 118.
- [6] Lin, Y., Ge, X., & Li, Y. 2014. Solid-state anaerobic co-digestion of spent mushroom substrate with yard trimmings and wheat straw for biogas production. *Bioresource Technology*, 169, 468–474.
- [7] Yang, L., Xu, F., Ge, X., Li, Y., 2015. Challenges and strategies for solid-state anaerobic digestion of lignocellulosic biomass. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 44 (2015). pp.824–834.
- [8] Yan, Z., Song, Z., Li, D., Yuan, Y., Liu, X., & Zheng, T. 2015. The effects of initial substrate concentration, C/N ratio, and temperature on solid-state anaerobic digestion from composting rice straw. *Bioresource Technology*, 177, pp. 266–273.
- [9] Khalid, Azeem, Muhammad Arshad, Muzammil Anjum, Tariq Mahmood, and Lorna Dawson. 2013. "Table of Contents The Anaerobic Digestion of Solid Organic Waste." *Waste Management*, 31(8), 1737–1744.
- [10] Li, Y., Zhu, J., Wan, C., & Park, S. Y. 2011b. Solid-state anaerobic digestion of corn stover for biogas production. *American Society of Agricultural and Biological Engineers*, 54(4), 1415–1421.
- [11] Kim, M., Yang, Y., Morikawa-Sakura, M. S., Wang, Q., Lee, M. V, Lee, D.-Y., et al. 2012. Hydrogen production by anaerobic co-digestion of rice straw and sewage sludge. *International Journal of Hydrogen Energy*, 37(4), 3142–3149.
- [12] Budiyono, Syaichurrozi, I., & Sumardiono, S. 2014. Effect of total solid content to biogas production rate from vinasse. *International Journal of Engineering*, 27(2), 177–184.